

Низкочастотная релаксация заряда в тонких сегнетоэлектрических пленках PZT

Ю.В. Подгорный, В.А. Сторонкин, К.А. Воротилов, А.С. Сигов

МИРЭА- Российский технологический университет, 117454, Москва, Российская Федерация
e-mail: podgsom_2004@mail.ru

Процессы релаксации оказывают существенное влияние на физические явления в структурах на основе тонких сегнетоэлектрических пленок [1]. Одним из источников релаксационных явлений являются процессы, определяемые химией дефектов, в частности подвижными кислородными вакансиями, образующимися в пленках PZT при отжиге вследствие летучести паров оксида свинца. В данной работе рассмотрены результаты сравнительных количественных исследований релаксационных процессов в конденсаторных структурах с сегнетоэлектрическими пленками PZT и электродами, обладающими различными свойствами по отношению к миграции кислородных вакансий. Границы раздела PZT/Au и PZT/никелат лантана (LNO) являются «прозрачными» для миграции кислородных вакансий, в то время как граница раздела PZT/Pt является непроницаемой для кислородных вакансий, что приводит к их избыточной концентрации на границе раздела при приложении электрического поля соответствующей полярности.

Исследованы зависимости тока разряда в короткозамкнутых сегнетоэлектрических структурах Si/SiO₂/LNO/PZT/Au и Si/SiO₂/TiO₂/Pt/PZT/Pt с пленкой PZT толщиной 420 нм, осажденной методом химического осаждения из растворов. Нижний электрод LNO был также сформирован методом химического осаждения из растворов. Перед измерениями тока релаксации сегнетоэлектрическая поляризация приводилась в состояние насыщения путем подачи напряжения в три раза превышающего коэрцитивное значение. Ток низкочастотной релаксации моделировали суммой двух экспоненциальных функций с временами релаксации τ_1 и τ_2 [1, 2].

Структуры LNO/PZT/Au демонстрировали на 20-40 % меньшие значения коэрцитивного поля, чем структуры Pt/PZT/Pt. Остаточная поляризация структур LNO/PZT/Au через 1 с составляла лишь 58-63 % от своего начального значения, в то время как у структур Pt/PZT/Pt ее значение составляло 66-89 %, что связано с влиянием блокирующего кислородные вакансии интерфейса Pt/PZT. Заряд медленной (низкочастотной) релаксации структуры с блокирующими электродами Pt/PZT/Pt оказывался в 1.5 – 2 раза ниже, чем у структур LNO/PZT/Au с прозрачным интерфейсом. Значения времени низкочастотной релаксации τ_1 и τ_2 у структур с блокирующими электродами более чем в 2 раза превосходило соответствующие значения для структур Pt/PZT/Pt с прозрачными электродами. Таким образом, проницаемость границ раздела сегнетоэлектрик/электрод по отношению к кислородным вакансиям оказывает решающее влияние на процессы низкочастотной релаксации конденсаторных структур на основе тонких сегнетоэлектрических пленок PZT, что является важным аргументом при выборе конструкции сегнетоэлектрического конденсатора для различных применений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 19-29-03058, а также Министерства науки и высшего образования РФ (0706-2020-0022).

1. Yu. V. Podgorny, et al, *Ferroelectrics* **544**, 82 (2019).
2. Yu.V. Podgorny, et al, *AIP Advances* **6** (9), 095025 (2016).